TP NEURO-ANATOMIE 5

- *Mode d'emploi des TP :*

  - les TP de neuro-anatomie vous permettent de visualiser les concepts appris lors de l'unité Perception, Emotions et Comportement sur des pièces anatomiques et des images radiologiques
  - l'interactivité rend les TP moins longs et plus intéressants : participez ! manipulez les pièces, posez vos questions, participez aux dissections…

- *Mode d'emploi des cahiers des TP :*

  - les cahiers se présentent sous la forme de questions-réponses
  - attention, ils ne sont pas exhaustifs ni exempts d'erreur !
  - ils contiennent suffisamment d'information pour vous dispenser de prendre des notes pendant les TP

- *Pour toutes vos remarques et questions :*

  - personnes-ressources en neuro-anatomie (sur le site web de l'unité PEC)
  - forum de l'unité PEC (sur le site web de l'unité)
  - moniteurs de neuro-anatomie (sur le site web du Neuroclub)

Introduction

Ce TP contient les sections suivantes :
- système limbique
- hypothalamus
- vascularisation : artère cérébrale postérieure
- anatomie régionale du lobe temporal

Système limbique

- *Qu'est-ce que le système limbique ?*

Le système limbique est un ensemble de structures corticales et sous-corticales impliquées dans la mémoire et l'apprentissage, les émotions et le comportement.

- *Quels sont les composants du système limbique ?*

Grossièrement, le système limbique contient des structures situées près de la limite entre le diencéphale et le télencéphale.

- structures télencéphaliques :
    - formation hippocampique
    - amygdale
    - striatum ventral
    - cortex associatif limbique
- structures diencéphaliques :
    - noyaux du thalamus
    - noyaux de l'hypothalamus

- *Comment peut-on (très grossièrement !) subdiviser le système limbique en deux composants majeurs selon leur structure et leur fonction ?*

    - circuits impliquant la formation hippocampique : participent à la mémoire déclarative (ou explicite)
    - circuits impliquant l'amygdale : participent aux émotions et à leurs réponses comportementales

Attention : la distinction n'est pas du tout absolue ! Ainsi, l'amygdale est impliquée dans la mémoire émotionnelle, par exemple.

- *D'où proviennent la majorité des afférences à la formation hippocampique et à l'amygdale ?*

Du cortex associatif limbique.

- *A son tour, d'où le cortex associatif limbique reçoit-il ses afférences ?*

Des régions sensorielles de haut niveau et des autres cortex associatifs.

- *Quelles sont les trois grandes aires corticales associatives ?*

    - cortex associatif pariéto-temporo-occipital
    - cortex associatif préfrontal
    - cortex associatif limbique

- *Quels sont les composants du cortex associatif limbique ?*

    - gyrus cingulaire
    - gyrus parahippocampique
    - gyrus droit et gyri orbitaux médiaux
    - gyri du pôle temporal

- *Quels sillons délimitent les composants du cortex associatif limbique ?*

    - sillon cingulaire
    - sillon collatéral

Formation hippocampique

- *Quelles structures sont regroupées sous le terme de formation hippocampique ?*

  - l'hippocampe lui-même
  - le gyrus denté
  - le subiculum (situé entre le cortex entorhinal et l'hippocampe)

- *D'où provient la principale afférence de la formation hippocampique ?*

Du cortex entorhinal, qui occupe la partie rostrale du gyrus parahippocampique. Les projections du cortex entorhinal vers le gyrus denté forment la voie perforante. Le cortex entorhinal lui-même reçoit des afférences des autres composants du cortex associatif limbique, via le cingulum, et des autres cortex associatifs.

- *Qu'est-ce que le cingulum ?*

Un ensemble de fibres qui circule en profondeur du gyrus cingulaire et du gyrus parahippocampique.

- *Où projette la formation hippocampique ?*

Le gyrus denté projette vers l'hippocampe et le subiculum. Les projections de l'hippocampe et du subiculum circulent dans l'alvéus, une couche de substance blanche, puis se rassemblent dans la fimbria du fornix. Via le fornix, la formation hippocampique projette sur les noyaux mamillaires de l'hypothalamus et sur les noyaux du septum.
Par ailleurs, l'hippocampe et le subiculum ont aussi une projection qui retourne au cortex entorhinal ; celui-ci projette à son tour sur différents cortex (préfrontal, orbital, parahippocampique, cingulaire, insulaire).

- *Où projette le noyau mamillaire ?*

Sur les noyaux antérieurs du thalamus (tractus mamillothalamique). Ceux-ci projettent à leur tour sur le gyrus cingulaire. Une boucle est ainsi formée : c'est le circuit de Papez. Ce circuit bidirectionnel du point de vue fonctionnel est impliqué dans la mémoire.

- *Quelle est la conséquence d'une destruction bilatérale des noyaux mamillaires et des régions médiales du thalamus ?*

Ces patients souffrent d'une amnésie antérograde et rétrograde sévère, avec tendance à compléter les souvenirs manquants par des confabulations : c'est le syndrome de Korsakoff. Une telle atteinte peut être vue en cas de déficience en thiamine (vitamine B1), comme on le voit parfois chez les alcooliques.

- *Quelle est la conséquence d'une destruction bilatérale de la formation hippocampique ?*

Le patient souffre d'une amnésie antérograde concernant la mémoire déclarative. Il n'est plus capable de consolider les souvenirs déclaratifs. Les souvenirs déjà acquis et la mémoire non déclarative (ou implicite) sont moins touchés.

Amygdale

- *Où se situe l'amygdale ? De quel type de structure s'agit-il ?*

L'amygdale est un ensemble de noyaux sous-corticaux situé dans le lobe temporal médial rostral, en profondeur de l'uncus du gyrus parahippocampique.

- *Comment regroupe-t-on les différents noyaux de l'amygdale ?*

  - noyaux basolatéraux
  - noyaux centraux
  - noyaux corticomédiaux

- *Quelles sont les afférences et les efférences des noyaux basolatéraux ?*

Les noyaux basolatéraux reçoivent des projections des aires corticales sensorielles de haut niveau et associatives du lobe temporal et de l'insula. Ils projettent à leur tour directement vers le cortex associatif limbique, le cortex préfrontal et la formation hippocampique. De plus, via la voie amygdalofuge ventrale, les noyaux basolatéraux projettent sur le noyau médial dorsal du thalamus, qui projette sur le cortex associatif préfrontal. Les noyaux basolatéraux projettent aussi vers le noyau basal de Meynert, un noyau constitué de neurones cholinergiques qui projette diffusément sur le cortex. Enfin, ils projettent sur les noyaux centraux de l'amygdale.

- *Quel est le rôle supposé des noyaux basolatéraux ?*

On pense qu'ils participent à déterminer la signification émotionnelle des stimuli sensoriels, ainsi que la mémorisation des stimuli émotionnels.

- *Quels sont le rôle supposé et les connexions des noyaux centraux ?*

On pense qu'ils participent aux réponses émotionnelles. Les noyaux centraux reçoivent des afférences viscérosensorielles des noyaux solitaire et parabrachial, ainsi que des noyaux basolatéraux de l'amygdale. Ils projettent via la voie amygdalofuge ventrale sur le noyau moteur dorsal du nerf vague et sur les autres noyaux parasympathiques du tronc cérébral. Ils projettent également sur l'hypothalamus latéral.

- *Quels sont le rôle supposé et les connexions des noyaux corticomédiaux ?*

Les noyaux corticomédiaux reçoivent des projections du bulbe olfactif ; ils projettent à leur tour sur le bulbe olfactif, ainsi que sur le noyau ventromédial de l'hypothalamus, via la strie terminale. On pense que les noyaux corticomédiaux de l'amygdale sont impliqués dans la régulation du

comportement par les stimuli olfactifs (notamment les comportements alimentaires et reproductifs).

- *Où peut-on voir la strie terminale ?*

Rappelez-vous que la strie terminale se situe entre le thalamus et le noyau caudé. On peut la voir si on ouvre le toit du ventricule latéral. La veine thalamostriée circule le long de cette strie.

- *Quelle est la conséquence d'une destruction bilatérale de l'amygdale ?*

La perception de la dimension émotionnelle, affective, des stimuli est altérée. Ainsi, l'expression affective de la mimique (particulièrement la peur), de même que la tonalité émotionnelle du langage, ne sont plus perçues.

- *En quoi les ganglions de la base font-ils aussi partie du système limbique ?*

L'une des « boucles » anatomiques des ganglions de la base, la boucle limbique, implique des structures du lobe limbique. Le noyau d'entrée de la boucle limbique est le striatum ventral, composé des parties ventrales et médiales du noyau caudé et du putamen ainsi que du noyau accumbens. Le striatum ventral reçoit des projections de l'amygdale, de la formation hippocampique et du cortex associatif limbique. Le noyau de sortie de la boucle limbique, le pallidum ventral, projette sur le noyau dorsal médial du thalamus, qui projette à son tour sur le cortex préfrontal, le cortex orbitofrontal médial et le gyrus cingulaire antérieur.

- *Comment le système limbique est-il en relation avec les systèmes effecteurs permettant l'expression comportementale des émotions ?*

    - système neuro-endocrine : connexions entre les noyaux corticomédiaux de l'amygdale et le noyau ventromédial de l'hypothalamus, lui-même en connexion avec le noyau arqué de l'hypothalamus, qui contrôle la sécrétion de certaines hormones hypophysaires
    - système nerveux autonome : connexions des noyaux centraux de l'amygdale avec les noyaux parasympathiques du tronc cérébral et avec l'hypothalamus latéral, lui-même en connexion avec le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus, qui participe au contrôle du système nerveux autonome
    - système moteur somatique : connexions de l'hippocampe, des noyaux septaux et de l'amygdale avec l'hypothalamus latéral, lui-même en connexion avec le système réticulospinal

Hypothalamus

- *Quelles structures appartenant à l'hypothalamus sont visibles à la surface du cerveau ?*

    - noyaux mamillaires
    - tuber cinereum
    - infundibulum (tige hypophysaire)

- *Où localiser l'hypothalamus sur une vue médiosagittale de l'hémisphère cérébral ?*

L'hypothalamus se trouve sous le thalamus, dont il est séparé par le sillon hypothalamique. Il se trouve en arrière de la commissure antérieure et de la lame terminale. L'hypothalamus forme la paroi latérale et le plancher du 3ème ventricule, notamment les récessus supraoptique et infundibulaire.

- *Quelles sont les fonctions de l'hypothalamus ?*

L'hypothalamus est impliqué dans le contrôle de la plupart des fonctions nécessaires à remplir les besoins élémentaires : alimentation, prise de boissons, sommeil, reproduction…

- *De quoi se compose l'hypothalamus ?*

L'hypothalamus contient plusieurs noyaux gris regroupés en trois ensembles :
- zone périventriculaire : contrôle des sécrétions de l'hypophyse antérieure (adénohypophyse)
- zone moyenne (intermédiaire) : neurones sécrétant dans l'hypophyse postérieure (neurohypophyse), régulation du système nerveux autonome, régulation du rythme circadien
- zone latérale : traitement des émotions, notamment de l'expression comportementale des émotions

- *Comment les neurones de l'hypothalamus contrôlent-ils les sécrétions de l'hypophyse antérieure ?*

Ces neurones, regroupés dans plusieurs noyaux de la zone périventriculaire de l'hypothalamus, sécrètent des hormones peptidiques dans un lit capillaire situé autour de l'éminence médiane (la partie de l'hypothalamus située sur la ligne médiane, au niveau du plancher du 3ème ventricule). Ces capillaires n'ont pas de barrière hémato-encéphalique. Les hormones sont transportées via un système de veines portes vers l'hypophyse antérieure, où se trouve un 2ème réseau capillaire ; là, elles agissent sur les cellules sécrétrices de la glande.

- *Quelle est la situation en ce qui concerne l'hypophyse postérieure ?*

Les hormones de l'hypophyse postérieure sont directement sécrétées par des neurones hypothalamiques, situés dans la zone monyenne de l'hypothalamus. Les axones de ces neurones circulent dans la tige hypophysaire et se terminent sur des capillaires fenêtrés (sans barrière hémato-encéphalique) dans l'hypophyse postérieure.

- *Comment l'hypothalamus contrôle-t-il le système nerveux autonome ?*

Le noyau paraventriculaire est le principal noyau de l'hypothalamus contrôlant le système nerveux autonome. Les axones à destination des neurones autonomiques préganglionnaires circulent d'abord dans le faisceau médial du prosencéphale (médial forebrain bundle), puis dans

le tegmentum latéral du tronc cérébral. Ils font synapse avec les noyaux parasympathiques du tronc cérébral, la colonne intermédiolatérale de la moelle épinière thoracique et lombaire, et les neurones parasympathiques de la moelle épinière sacrée.

- *Quelles sont les conséquences cliniques d'une lésion des fibres hypothalamiques à destination de la colonne intermédiolatérale ?*

C'est le syndrome de Claude-Bernard-Horner, qui regroupe du côté de la lésion :
- perte de fonction du muscle dilatateur de la pupille : miosis
- perte de fonction du muscle tarsal : pseudoptose (en fait, il s'agit d'une vraie ptose partielle !)
- perte du contrôle de la sudation et de la circulation sanguine du visage : sécheresse, chaleur et rougeur

- *Quelles sont les fonctions de l'hypothalamus latéral ?*

Comme on l'a vu ci-dessus, l'hypothalamus latéral est en relation avec le système limbique ; il peut influencer le système réticulospinal, et (via le noyau paraventriculaire) le système nerveux autonome, en réponse aux émotions.

- *Quelle est la particularité du noyau suprachiasmatique ?*

Ce noyau hypothalamique est impliqué dans le contrôle du rythme circadien. Il reçoit des projections directes des cellules ganglionnaires de la rétine. Il exerce son contrôle sur les fonctions corporelles en projetant sur différents noyaux hypothalamiques.

- *En quoi l'hypothalamus intervient-il dans le contrôle de l'éveil ?*

Certains neurones de l'hypothalamus latéral sécrètent des peptides, les orexines, impliquées dans les mécanismes d'éveil. Il semble que la perte de fonction des orexines peut mener à la narcolepsie, un syndrome dans lequel les patients souffrent entre autres d'une somnolence diurne.

Vascularisation : artère cérébrale postérieure

- *Décrivez le trajet de l'artère cérébrale postérieure sur une angiographie ou une angio-IRM cérébrale.*

L'artère cérébrale postérieure reçoit du sang principalement de l'artère basilaire (circulation postérieure ou vertébrobasilaire). Au niveau du mésencéphale ventral, l'artère basilaire se divise en 2 artères cérébrales postérieures qui contournent le tronc cérébral et cheminent en position ventromédiale postérieurement vers le lobe occipital. Ensuite, elles cheminent dans la fissure sagittale.

- *Une occlusion du tronc basilaire signifie-t-elle automatiquement une interruption du débit sanguin dans les artères cérébrales postérieures ?*

Pas nécessairement ! En effet, les artères cérébrales postérieures s'anastomosent avec les artères communicantes postérieures (cercle de Willis). Si les deux artères communicantes postérieures sont bien développées, elles peuvent apporter du sang aux artères cérébrales postérieures. Remarque : une occlusion du tronc basilaire aura tout de même des conséquences cliniques, parfois dramatiques…

- *Quelles sont les 2 parties de l'artère cérébrale postérieure ?*

  - partie précommunicante (entre la division du tronc basilaire et l'anastomose avec l'artère communicante postérieure)
  - partie postcommunicante (au-delà de l'anastomose avec l'artère communicante postérieure)

- *Quels territoires corticaux sont vascularisés par l'artère cérébrale postérieure ?*

  - lobe temporal médial ventral
  - lobe occipital (surtout médial)
  - lobe pariétal médial caudal

- *Comment expliquez-vous qu'en cas d'occlusion des deux artères cérébrales postérieures, le patient n'a pas de troubles mnésiques ?*

Parce que la formation hippocampique reçoit une double vascularisation par l'artère cérébrale postérieure et par l'artère choroïdienne antérieure, une branche de l'artère carotide interne. Ainsi, elle n'est pas lésée en cas d'obstruction de l'artère cérébrale postérieure.

- *Par contre, un patient avec une occlusion des deux artères cérébrales postérieures peut se plaindre de voir le monde comme à travers un tunnel. Expliquez ce symptôme !*

Le pôle occipital reçoit une double vascularisation par l'artère cérébrale postérieure et par l'artère cérébrale moyenne. Chez ce patient, tout le cortex visuel primaire est ischémique, à l'exception de la représentation de la fovéa, qui se trouve au niveau du pôle occipital. Le patient n'a donc plus de champ visuel périphérique ; seule la vision centrale est préservée.

- *Qu'est-ce que les artères centrales postéromédiales ? Quelles structures vascularisent-elles ?*

Il s'agit d'artères perforantes, branches de l'artère cérébrale postérieure précommunicante et de l'artère communicante postérieure. Elles vascularisent notamment les corps mamillaires, la partie rostrale du thalamus, l'hypothalamus et le bras postérieur de la capsule interne. On les appelle parfois aussi artères thalamoperforées.

- *Qu'est-ce que les artères centrales postérolatérales ? Quelles structures vascularisent-elles ?*

Il s'agit d'artères perforantes, branches de l'artère cérébrale postérieure postcommunicante. Elles vascularisent notamment le thalamus et le bras postérieur de la capsule interne. On les appelle aussi parfois artères thalamogéniculées.

- *Quelles seraient les conséquences d'une occlusion des artères thalamogéniculées ?*

  - hémiparésie ou hémiplégie controlatérale
  - hémihypoesthésie controlatérale (s'accompagnant souvent de douleurs importantes)
  - hémianopsie homonyme controlatérale

- *Qu'est-ce que les artères choroïdiennes postérieures ?*

Ce sont des branches de l'artère cérébrale postérieure qui pénètrent dans la corne inférieure du ventricule latéral et vascularisent le plexus choroïde, une partie du thalamus et le bras postérieur de la capsule interne.

Pour synthétiser : quelles artères participent à la vascularisation du thalamus ?

Les artères cérébrale postérieure et communicante postérieure, via :
- artères thalamoperforées
- artères thalamogéniculées
- artères choroïdiennes postérieures

Anatomie régionale du lobe temporal

- *Où se situe le lobe temporal par rapport à la boîte crânienne ?*

Dans la fosse crânienne moyenne (étage supratentoriel de la boîte crânienne).

- *Quelles sont les limites du lobe temporal avec les autres lobes cérébraux ?*

  - limite avec le lobe frontal : sillon latéral (de Sylvius)
  - limite avec le lobe occipital : ligne reliant le sillon pariéto-occipital à l'incisure pré-occipitale
  - limite avec le lobe pariétal : sillon latéral

- *Que trouve-t-on en profondeur du lobe temporal et quel est le nom de la partie de celui-ci qui le recouvre ?*

L'insula, qui est recouverte par l'opercule temporal.

- *Combien de gyri compte le lobe temporal ? Donnez leur nom et leurs délimitations.*

  - sur la face latérale :
    - gyrus temporal supérieur

    - sillon temporal supérieur
    - gyrus temporal moyen
    - sillon temporal inférieur
    - gyrus temporal inférieur
- sur la face inférieure :
    - gyrus temporal inférieur
    - sillon occipitotemporal
    - gyrus occipitotemporal
    - sillon collatéral
    - gyrus parahippocampique

- *Quelles sont les structures limbiques qui appartiennent au lobe temporal ?*

L'amygdale, la formation hippocampique et le gyrus parahippocampique.

- *Le système cérébroventriculaire implique-t-il le lobe temporal ?*

Oui ! A l'intérieur du lobe temporal se trouve la corne inférieure (ou temporale) du ventricule latéral.

- *Quelles sont les relations de la formation hippocampique et du fornix avec le système cérébroventriculaire ?*

La formation hippocampique et la fimbria du fornix constituent le plancher et la paroi interne de la corne inférieure du ventricule latéral. Le fornix contribue à la fois au plancher du ventricule latéral et au toit du 3ème ventricule.

- *Quelle partie de l'hippocampe se trouve la plus proche de la cavité ventriculaire ?*

L'alvéus (et la fimbria du fornix).

- *Rappel : où se situe le cortex auditif primaire ?*

Sur la face supérieure du gyrus temporal supérieur, dans la profondeur du sillon latéral, au niveau du gyrus de Heschl.

- *Comment se nomme la partie de la face supérieure du lobe temporal située caudalement au gyrus de Heschl ?*

Le planum temporale.

- *Dans quelle fonction le planum temporale participe-t-il ?*

Le planum temporale est une aire auditive associative impliquée dans le traitement des sons, et tout particulièrement dans la perception du langage. On le considère comme faisant partie de l'aire de Wernicke.

- *Rappel : où se situe l'aire de Wernicke ?*

Elle occupe la partie postérieure du gyrus temporal supérieur, du côté de l'hémisphère dominant.

- *Savez-vous quelle particularité du planum temporale a d'abord attiré l'attention sur son rôle potentiel dans la compréhension du langage ?*

Le planum temporale gauche est plus étendu que le droit chez la plupart des individus.

- *Rappel : quelles sont les conséquences d'une lésion de l'aire de Wernicke ?*

Une aphasie de Wernicke (ou aphasie sensorielle), qui comprend une logorrhée (accélération du débit du langage ; on parle d'aphasie fluente car le débit n'est pas diminué) et des paraphasies (remplacement de mots par d'autres ou par des néologismes), qui peuvent mener à la production d'un jargon incompréhensible (jargonaphasie). La compréhension et la répétition du langage sont également perturbées.

- *Comment le lobe temporal est-il vascularisé ?*

    - la partie ventrale du lobe temporal est vascularisée par l'artère cérébrale postérieure et par l'artère cérébrale moyenne
    - la partie latérale du lobe temporal est vascularisée par l'artère cérébrale moyenne
    - la partie médiale du lobe temporal (notamment la formation hippocampique) est vascularisée par l'artère choroïdienne antérieure et par l'artère cérébrale postérieure